科学パズルの答え (Q-14)

Q-14. アマチュアが集まり，怪獣映画をつくろうということになった。そこで 25 分の一に縮尺したビルの模型を作り，人間の入ったぬいぐるみの怪獣がこれを踏み倒すシーンを撮影した。一コマごとの写真を見たところでは，全く本当らしく見えるのだが，いざ連続して映写してみるとどうしても本物らしく見えず，ちいさなおもちゃがひっくり返っているとしか見えなかった。どこに失敗の原因があるのだろうか。

Ans. （答えは最後に載っています）

最近はコンピューターグラフィック全盛で映画も臨場感溢れるものばかりですが，少し前は特撮といって，見た目にも模型のロケットが飛んでいたり，海面を勇壮と進む船も“ありゃ模型やな”とわかるような（テレビ）映画が多くありました。あれはあれで結構面白かったものです。しかし，現場では，いかに実物に近く見せるかということで特撮スタッフの苦労は相当なものだったと推察されます。

流体力学の分野では「力学の相似則」というのが知られていますが，現実の現象と模型での現象を力学的に同等のもにすることができるというもので，そのためのある規則があります。その規則は後で述べるとして，具体的な例を見てみましょう。

「ある潜航艇が毎時 12 マイルの速度で潜航する状態を実物の 1/10 の長さの模型で実現したい。この場合の模型の速度をどうすればよいか」

というものです。下手すると模型そのものということになりかねませんが，実は実物の潜水速度と長さを掛けたモノを海水の粘度で割った値が模型の潜水速度と模型の長さの積を水の粘度で割ったものに等しくすれば，模型とはいえ実物と同じ状況にあるということです。いま，実物の潜航艇の潜水速度を U，長さを L とし，模型のをそれぞれ U_M，L_M とすると，海水の粘度を ν として[1]次の式が成り立てばいいよということを相似則は教えています。

$$\frac{UL}{\nu} = \frac{U_M L_M}{\nu} \tag{1}$$

これに具体的な数値を入れると

$$\frac{12L}{\nu} = \frac{U_M L/10}{\nu} \quad \therefore \quad U_M = 120\,\text{マイル}/h$$

となって，模型の潜行速度をはじきだすことができます。
式（1）にでてきた UL/ν のことを**レイノズル数**と呼んでいます[2]。つまり，模型を現実のもと同じような振る舞いをさせるためには，レイノルズ数が同じになるように調整してやればよいということになります。

さて，本題に戻ります。模型らしく見せないためには，上の話で知ったレイノルズ数を求めればいいではないか，となりますが，残念ながらレイノルズ数の中には時間のファクターがありません。しかし，考え方は参考になりますね。つまり，現実の相似形として模型の崩壊を捉えればよいということになります。例えば 25m のビルの頂上からモノを落とし着地するまでの時間とと 1m の模型の高さからモノを落として着地するまでの時間を比較すると，模型のほうがズッ

[1] 厳密には動粘性係数で通常の粘度 μ を密度 ρ で割った値 $\nu = \mu/\rho$ です。
[2] 詳しいことに興味のある方は「流体力学」のセクションの「流体力学講話・つまみ食い（その１）」を参照下さい。

ト短い時間でモノが落ちますね。これを同じコマ送りで撮影すると，25m のビルの高さの想定であるにもかかわらず，あっという間にモノが落ちてしまい，現実のイメージとは程遠いものとなってしまいます。したがって，高速度撮影をしてスローモーな動きにしてやると現実に近く見えてくるという次第です。いわば時間の相似ということですね。

2008.11.22

by *KENZOU*

（了）